

PAT-NO: JP403240211A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03240211 A

TITLE: INDUCTION DEVICE AND SWITCHING POWER
SUPPLY DEVICE USING
THE SAME

PUBN-DATE: October 25, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SAITO, MASARU

ITO, TETSUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TABUCHI DENKI KK

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP02037976

APPL-DATE: February 19, 1990

INT-CL (IPC): H01F027/34, H01F031/00

US-CL-CURRENT: 336/233

ABSTRACT:

PURPOSE: To assure the conversion operations during the low
and high loading

times by a method wherein the title induction device where a filler scattering the powder of a mild magnetic body in a non-magnetic base material is inserted into a core gap is used as a transformer or a choke.

CONSTITUTION: As for the powder of mild magnetic body, mechanically crushed ferrite particles in higher permeability than that of a core 12 material are used while as for the basic material, an epoxy resin is used to scatter said particles in liquid epoxy resin, etc., and then heated and solidified to form a filler 16. During the lower loading time in mild magnetic field using winding current, the higher inductance is given by the powder of mild magnetic body contained in the filler 16. Since said particles are scattered in the filler 16, the magnetic flux will not be concentrated so that the magnetism of the powder of the mild magnetic body may not be lost by the overheating so as to assure the high inductance during the low loading time. On the other hand, when the magnetic field is intensified, the volume of the magnetic body contained in the filler 16 is smaller than that of the core 12 so that the particles of the magnetic body may cause the magnetic saturation however, the non-magnetic basic material contained in the filler 16 offers a firm magnetic resistance not to cause the magnetic saturation up to the marginal operation point during the high loading time.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A) 平3-240211

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)10月25日

H 01 F 27/34
31/00

Z

9058-5E
8935-5E

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 誘導電磁器およびこれを用いたスイッチング電源装置

⑮ 特 願 平2-37976

⑯ 出 願 平2(1990)2月19日

⑰ 発 明 者 齋 藤 賢 大阪府大阪市西淀川区御幣島1丁目12番22号 田淵電機株式会社内

⑱ 発 明 者 伊 藤 哲 郎 大阪府大阪市西淀川区御幣島1丁目12番22号 田淵電機株式会社内

⑲ 出 願 人 田淵電機株式会社 大阪府大阪市西淀川区御幣島1丁目12番22号

⑳ 代 理 人 弁理士 杉本 修司 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

誘導電磁器およびこれを用いたスイッチング
電源装置

2. 特許請求の範囲

(1) 巻線が施されて磁気回路を形成するコアにギャップを設け、このギャップに、1種または複数種の軟磁性体の粉末が非磁性の基材内に分散されてなる充填材を挿入した誘導電磁器。

(2) 変成器またはチョークの入力側にスイッチング素子が接続され、このスイッチング素子のスイッチング動作により、上記誘導電磁器から変換された出力を取り出すスイッチング電源装置において、上記変成器またはチョークとして、請求項1に記載の誘導電磁器を用いたことを特徴とするスイッチング電源装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、巻線電流の大きさに応じてインダクタンスが変化する変成器またはチョークのよう

な誘導電磁器に関するものである。

〔従来の技術及び課題〕

一般に、変成器やチョークのような誘導電磁器を作成する場合、磁気回路を構成するコアを、透磁率の高い材料で形成し、このコアに巻線を施すが、コアの性質として、ある一定の磁束密度までは高透磁率を示すが、それ以上になると磁気飽和を起し、正常な変成器またはチョークとしての機能を発揮できなくなるので、コアは磁気飽和が起らない範囲で使用する必要がある。そこで、飽和磁束密度を越えないようにコアにギャップを設け、磁気抵抗を増加させることが行われる。このような変成器またはチョークは、直流成分が重畳された交流が巻線に通電される場合に一般に用いられる手段である。

ところで、このようにギャップを設けた誘導電磁器のインダクタンスを、巻線の電流によって誘起される磁界の強さに応じて変化させたい場合がある。

たとえば、ギャップが設けられた変成器をスイ

スイッチング電源装置に用いた場合、二次側の負荷電流が大きいときは一次側巻線に蓄積されたエネルギーは二次側の負荷により有効に消費されるが、二次側の負荷電流が小さくなったとき、一次側に蓄積されたエネルギーは行き場を失い、一次側の電圧の上昇となって現われ、一次側のスイッチング素子の電極に過剰な電圧がかかって、このスイッチング素子を破壊するおそれがある。また、自励共振型のスイッチング電源装置では、その共振が不安定となることもある。

そこで従来、スナバー回路と呼ばれるエネルギー放出回路を設けて、蓄積するエネルギーを放出することが行われている。

しかしながら、このスナバー回路は、低負荷時にも高負荷時にもエネルギーを無駄に放出するので、スイッチング電源装置の変換効率を落すことになり、出力電力比で見た場合、特に低負荷時の変換効率を大きく低下させる原因となっている。

また、変成器を使用しないで、入力電流をチョークを介して取り出すタイプのスイッチング電

そこで、やはり低負荷時にチョークのインダクタンスを大きくして、低負荷時のリップル抑制効果を高めることが考えられる。これが、「誘導電磁器のインダクタンスを磁界の強さに応じて変化させたい場合」のもう一つの例である。

このように低負荷時のインダクタンスを大きくするために、第8図のように、コア62と同一材料からなるブロック66を、コア62のギャップ65に挿入することが考えられる。このようなブロック付きにすると、第9図に示すとおり、ギャップ付き型Ⅱと比較して、このブロック付き型Ⅲの方が、ブロック66が磁気飽和するまでの低負荷時には、インダクタンスが高くなる。

ところが、ギャップ付き型Ⅱでは、ギャップ無し型Ⅰと比較して、インダクタンス曲線が右側へ長く延びた特性、つまり、磁気抵抗の高いギャップによって、ギャップ無し型Ⅰの限界動作点F0よりも高負荷の限界動作点F1まで磁気飽和しない特性が付加されているのに対し、ブロック付き型Ⅲでは、ブロック66の存在により、磁束の方向A

源装置においても、やはり低負荷時にスイッチング素子に過剰な電圧がかかって、スイッチング素子が破壊されるおそれがある。

そこで、低負荷時のコアのインダクタンスを高めて、低負荷時に入力側の電流を抑制することが考えられる。これが、前述した「誘導電磁器のインダクタンスを巻線の電流値に応じて変化させたい場合」の一例である。

また、一般の電気回路において、リップル抑制用としてチョークが使用される。このチョークのリップル抑制効果は、インダクタンスと、チョークの巻線電流の時間的変動とに比例する。したがって、巻線に直流が重畳された交流が流れる場合、負荷の変動に対してチョークのインダクタンスが一定であると、直流成分の大小、つまり負荷の大小にかかわらず、リップル抑制効果は交流成分の時間的変動にのみ比例することになる。その結果、直流成分の小さい低負荷時には、電流レベルに対する相対的なリップル抑制効果が、高負荷時よりも低下する。

から見て、ギャップ65の一部がなくなっているので、ギャップ付き型Ⅱよりもコアの磁気抵抗が小さくなる結果、磁気飽和点F3が上記F1よりも低負荷側（第9図の左側）へシフトし、動作領域が狭くなって、高負荷での作動が不可能になる。また、ギャップの一部がなくなった形なので、磁化特性のリニアリティを失い、第9図に示すように、中負荷時にインダクタンスが急激に低下する結果、中負荷時の効率の良い作動が不可能になる。しかも、コア62よりも幅が狭いブロック66に大きな磁束集中が起こるので、ヒステリシス損に起因する過度の発熱により、経時的にブロック66の温度がキュリーポイントに近づいて磁性を失い、その結果、ブロック66が存在しないのと同じ状態になって、ギャップ付き型Ⅱと同一の磁化特性となり、低負荷時にインダクタンスが高くなる長が失われるという問題もある。

この発明は、上記課題を解決し、高負荷での作動を可能にするというギャップの利点を維持しながら、インダクタンスが巻線電流による磁界の強

さに応じて適宜変化する誘導電磁器を提供することを第1の目的としている。

この発明の第2の目的は、スイッチング電源装置の入力側に貯まる低負荷時のエネルギー蓄積量を軽減して、スイッチング素子の破壊の防止または変換効率の向上を実現するとともに、高負荷での正常な変換動作を保證することにある。

[課題を解決するための手段]

上記目的を達成するために、この発明の誘導電磁器では、1種または複数種の軟磁性体の粉末を非磁性の基材内に分散させた充填材を作成し、この充填材をコアのギャップに挿入している。

このような誘導電磁器は、たとえば、リップル抑制用のチョーク、またはスイッチング電源装置における変成器もしくは変換用チョークとして使用される。

[作用]

この発明によれば、ギャップに挿入された充填材中の軟磁性体の粉末により、誘導電磁器のインダクタンスが、巻線電流による磁界が弱い低負荷

に、一次巻線13および二次巻線14が施されており、上記コア12の途中を切断してギャップ15が設けられている。このギャップ15には、軟磁性体の粉末を非磁性の基材内に分散してなる充填材16が挿入されている。

この例では、上記軟磁性体の粉末として、コア12の材料よりも透磁率の高いフェライトを機械的に粉碎した粒子を使用し、基材としてエポキシ樹脂を使用しており、上記フェライトの粒子を液状のエポキシ樹脂中に分散させ、加熱、固化させて充填材16を形成している。

ここで、軟磁性体の粉末の材料は、その透磁率がコア12と同程度またはこれより低くてもよく、種々の軟磁性体材料から適宜選択できる。また、基材としては、上記エポキシ樹脂の外に、シリコン樹脂、フェノール樹脂など、種々の非磁性材料を適宜選択できる。

軟磁性体の粉末の大きさは、 $1 \sim 100 \mu\text{m}$ 程度が好ましく、 $100 \mu\text{m}$ を越えると、構造的に前述の軟磁性体ブロックに近づくので、軟磁性体ブ

時において、高負荷時よりも大きくなる。また、軟磁性体の末が飽和したのちは、充填材に含まれた非磁性の基材が大きな磁気抵抗となるので、高負荷領域まで磁気飽和を起こさない。

したがって、このような低負荷時のインダクタンスが大きい誘導電磁器を、リップル抑制用のチョークとして使用すると、低負荷時のリップル抑制効果が向上する。

さらに、この発明の誘導電磁器を、変成器または変換用チョークとしてスイッチング電源装置に組み込むと、低負荷時に入力側の電流が減少するから、それだけ入力側に蓄積されるエネルギーが少なくなる一方で、高負荷領域まで磁気飽和を起こさないことから、高負荷での正常な変換動作が保證される。

[実施例]

以下、この発明の実施例を図面にしたがって説明する。

第1図は第1実施例を示すもので、変成器11の磁気回路を形成するフェライト製のコア12

ロックと同様な欠点が現われ、 $1 \mu\text{m}$ 未満では、基材への分散密度を上げようとする粘土が上り過ぎて、充填材16の製造が容易でなくなる。

また、充填材16の製造方法としては、エポキシ系樹脂のような熱硬化性樹脂の単量体に、上記フェライトのような軟磁性体の粉末を分散させて液状の充填材を作り、これをギャップ15内に挿入したのち、加熱して重合反応により樹脂を硬化させ、固形の充填材16を得る方法もある。

上記充填材16がギャップ15に挿入されたこの発明のコア12と、第2図に示す従来の変成器21における充填材の無いギャップ付きコア22の磁化特性を第3図に示す。

第3図において、従来のギャップ付き型IIは、ギャップ無し型Iよりも勾配の緩やかな磁化特性を示し、したがって、ギャップ無し型Iの限界動作点F0よりも高負荷の限界動作点F1まで飽和を起こさない利点を有するが、その磁化曲線M22の勾配が一定であることからわかるように、インダクタンス(上記勾配に比例)は、巻線電流が作る磁

界の変化、つまり負荷の変化にかかわらず一定である。これに対し、充填材付きコア12は、その磁化曲線M1の勾配が低負荷動作点FLにおいて大きくなっていることからわかるように、低負荷動作点FLでのインダクタンスが高くなっており、他方、高負荷動作点FHでは、磁化曲線M1の勾配は低下し、高負荷でのインダクタンスは、ギャップ付き型IIと同程度になる。したがって、充填材付きコア12が飽和する限界動作点F2は、従来のギャップ付きコア22が飽和する限界動作点F1よりも若干高負荷側に移る。

上記従来のギャップ付き型IIのコア22と、この第1実施例に係る充填材付きコア12のインダクタンスを第4a図に示す。

第4a図において、従来のギャップ付き型IIは、前述のとおり、巻線電流が作る磁界の変化、つまり負荷の変化にかかわらず、ほぼ一定のインダクタンスを示し、かつ高負荷の限界動作点F1まで飽和を起こさないインダクタンス曲線P22を有している。これに対し、この実施例に係る充填材

ス曲線P22とほぼ同一の磁気特性を示し、その限界動作点F1を若干越える限界動作点F2まで磁気飽和を起こさない。

このように、上記構成によれば、充填材16中の軟磁性体の粉末により、変成器11のインダクタンスが、巻線電流による磁界が弱い低負荷時に、高負荷時よりも大きくなる。また、上記軟磁性体の粉末が飽和したのちは、充填材に含まれた非磁性の基材が、大きな磁気抵抗となるので、コアはギャップが存在するのと同様な磁気特性を示し、高負荷領域まで磁気飽和を起こさないから、高負荷での使用が可能になる。

上記実施例では1種類の軟磁性体の粉末を使用した。これとは異なり、複数種類の軟磁性体の粉末を混入してもよい。たとえば、センダスト、マンガニ亜鉛系フェライトおよびニッケルマンガニ系フェライトの各粉末を用意し、これらを適当な比率で、非磁性の基材内に分散させて充填材16を形成し、この充填材16を第1図のギャップ15に挿入する。こうすると、第4b図に示す

付きコア12は、低負荷時にインダクタンスが高く、かつ低負荷時に飽和を起こす充填材16のインダクタンス曲線P16と、上記ギャップ付き型IIのコア22のインダクタンス曲線P22とを合成したものに相当するインダクタンス曲線P1を有する。

つまり、巻線電流による磁界が弱い低負荷時には、充填材16中の軟磁性体の粉末により、高いインダクタンスを示す。ここで、軟磁性体の粉末は充填材中に分散しているから、第8図で説明したブロック66とは異なり、磁束の集中が起きないので、過熱によって軟磁性体の粉末が磁性を失うおそれはなく、したがって、上記した低負荷時の大きなインダクタンスが保証される。

他方、上記磁界が強くなると、充填材16に含まれた磁性体の粉末の体積がコア12よりも小さいために、この粉末がコア12よりも先に磁気飽和を起こすが、充填材16に含まれた非磁性の基材が、大きな磁気抵抗となるので、結局、高負荷時には、従来のギャップ付き型IIのインダクタン

ように、上記各粉末のインダクタンス曲線P16a、P16b、P16cと、ギャップ付き型IIのインダクタンス曲線P22とを合成したものに相当するインダクタンス曲線P2が得られる。この曲線P2は、曲線P1と比べて、中負荷時のインダクタンスが増大したスムーズな形状になっている。軟磁性体の材料は、一般に、種類が異なれば透磁率と飽和特性が異なるので、これら粉末を適当な比率で混入することにより、各粉末が寄与するインダクタンスの大きさと、飽和による限界動作点の位置、つまり飽和を起こす磁界または負荷の大きさとを適宜調節して、インダクタンス曲線P2を目的に合致した最適な形状に近づけることができる。

つぎに、上記充填材付きコア12を有する変成器11を、自動発振フライバック型のスイッチング電源装置の変成器として使用した場合の一例を第5図に示す。

第5図の変成器11は、一次巻線13および二次巻線14に加えて、自動発振のための信号増幅用巻線31を備えている。直流電源32は、たと

えば商用電源からの入力を整流した電源であり、この直流電源32に変成器11が接続されている。また、変成器11には、トランジスタからなる第1のスイッチング素子33が直列接続されており、この第1のスイッチング素子33のコレクタに、ダイオード34、抵抗体35およびコンデンサ36からなるスナバ回路と呼ばれるエネルギー放出回路37が接続されている。自動発振回路38は、上記信号帰還用巻線31、定電圧素子39、抵抗体40、コンデンサ41および第2のスイッチング素子42からなり、この自動発振回路38と分圧用の抵抗体43とで分圧された電圧が、第1のスイッチング素子33のベースに印加されている。変成器11の二次巻線14からは、ダイオード45と、平滑用のコンデンサ46とを介して、出力端子47、47から直流出力電圧が取り出され、負荷48に供給される。

上記構成において、変成器11は、低負荷時のインダクタンスが高くなっているから、低負荷時に一次巻線13に流れる電流が減少するので、そ

ライバック型に使用しても、自動発振動作が安定化される効果を除いて、全く同一の効果が得られる。

つぎに、この充填材16付きコア12を、第6図に示すようなチョーク51として使用する場合について説明する。コア12に巻線52を施したチョーク51を、リップル抑制用として電気回路に組み込むと、巻線52を流れる電流によって誘起される磁界が弱い低負荷時に、チョーク51のインダクタンスが大きくなるから、負荷の大小にかかわらずインダクタンスが一定な従来のチョークと比較して、低負荷時のリップル抑制効果が向上する。

また、このチョーク51は、変成器を使用しないスイッチング電源装置の変換用チョークとしても使用できる。すなわち、第7図に示すように、電源32からの入力電流が、スイッチング素子53およびダイオード55を介して変換用のチョーク51に供給され、フィードバック型制御回路57によって動作が制御される上記スイッ

ただけ一次側に蓄積されるエネルギーが少なくなる。したがって、第1のスイッチング素子33のコレクタの電圧が過大となるのが防止されるので、エネルギー放出回路37によって放出されるエネルギーが少なくなる結果、スイッチング電源装置の変換効率が向上する。なお、エネルギー放出回路37を有しない装置では、上記第1のスイッチング素子33のコレクタ電圧が過大となるのが防止される結果、第1のスイッチング素子33の破壊が防止される。

また、過大なコレクタ電圧が発生しないことから、自動発振動作が安定化される。

さらに、前述のように、変成器11のコア12は、その充填材16中の軟磁性体の粉末が飽和したのち、非磁性体の基材が大きな磁気抵抗となるので、ギャップが存在するのと同様な磁気特性を示し、高負荷領域まで磁気飽和を起こさないもので、高負荷時の正常な変換動作が保証される。

なお、上記第5図は自動発振フライバック型であったが、この発明の変成器11は、他動発振フ

グ素子53のスイッチング動作により、所望の比率に変換された出力が平滑用コンデンサ56を流して取り出され、出力端子47、47から負荷48に供給される。

この第7図の実施例によれば、第5図で説明した場合と同様に、チョーク51は低負荷時のインダクタンスが大きいから、低負荷時にチョーク51の巻線52に流れる電流が減少するので、それだけ入力側に蓄積されるエネルギーが少なくなる。その結果、スイッチング素子53の電極電圧が過大となるのが防止されて、スイッチング素子53の破壊が防止される。勿論、上記チョーク51は高負荷領域まで磁気飽和を起こさないもので、高負荷時の正常な変換動作が保証される。

なお、上記第7図のスイッチング電源装置はフィードバック型であったが、この発明をフォワード型のスイッチング電源装置のチョークに適用しても、上記と同一の効果が得られる。

[発明の効果]

上述のとおり、この発明によれば、ギャップに

挿入された充填材中の軟磁性体の粉末により、変成器またはチョークのような誘導電磁器のインダクタンスを、巻線電流による磁界が弱い低負荷時に大きくなるよう変化させることができる。ここで、軟磁性体の粉末は充填材中に分散されているので、この粉末が磁束集中による加熱によって経時的に磁性を失うおそれはなく、したがって、低負荷時に大きなインダクタンスを持つ上記特性が保証される。

また、上記軟磁性体の粉末が磁気飽和を起こしたのちは、充填材中の非磁性体の基材が、大きな磁気抵抗を示すから、高負荷領域まで磁気飽和を起こさないので、高負荷でも使用できる。

さらに、低負荷時のインダクタンスを高くした誘導電磁器を、変成器または変換用チョークとしてスイッチング電源装置に組み込むと、低負荷時に入力側の電流が減少するから、それだけ入力側に蓄積されるエネルギーが少なくなる。その結果、エネルギー放出回路を有する場合には、無駄に放出されるエネルギーが少なくなって、変換効率が向上

し、エネルギー放出回路を有しない場合には、スイッチング素子の破壊が防止される。しかも、充填材中の基材の作用により、高負荷での正常な変換動作が保証される。

4. 図面の簡単な説明

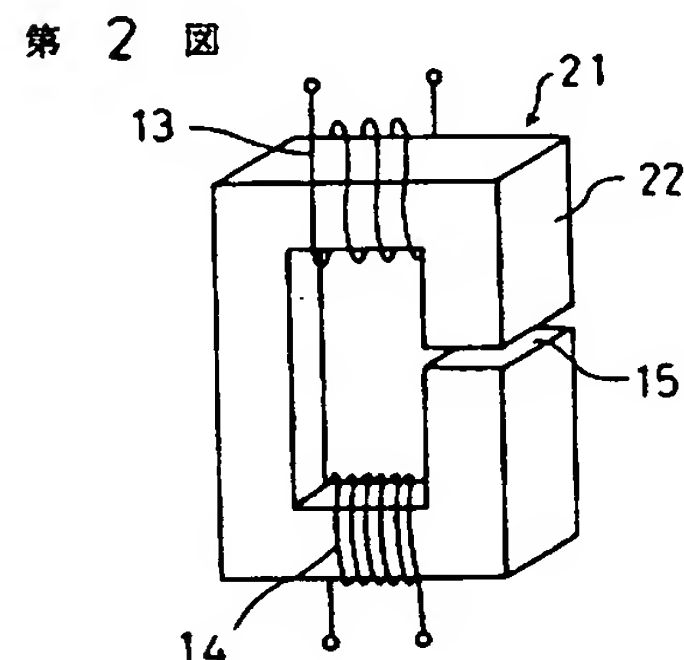
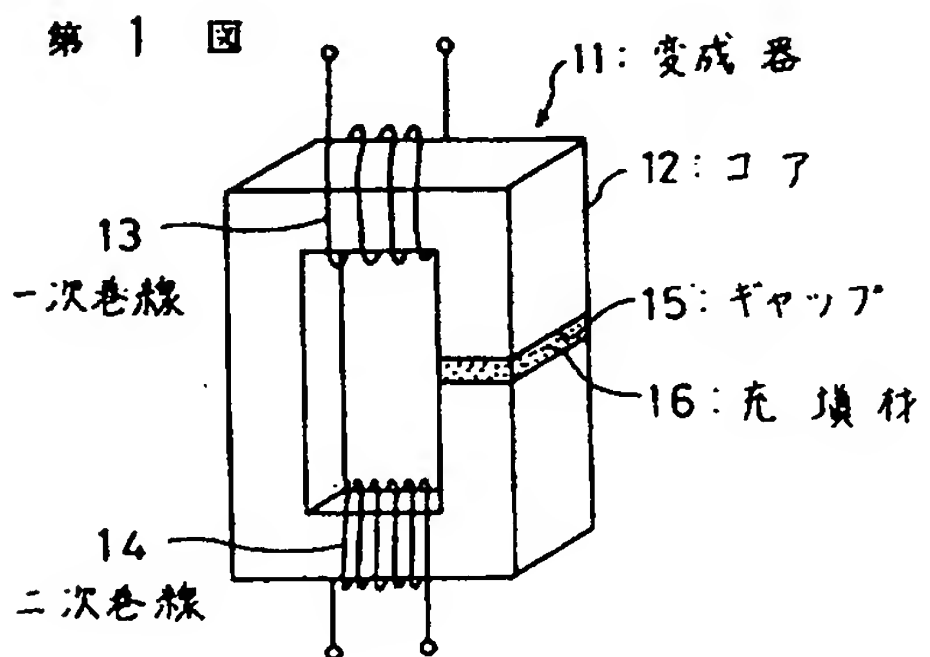
第1図はこの発明の誘導電磁器の一実施例を示す変成器の斜視図、第2図は従来例を示す変成器の斜視図、第3図は磁化の強さを示す特性図、第4a図および第4b図はインダクタンスを示す特性図、第5図は第1図の変成器を用いたスイッチング電源装置の一例を示す回路図、第6図はこの発明の他の実施例を示すチョークの正面図、第7図は第6図のチョークを用いたスイッチング電源装置の一例を示す回路図、第8図は従来のブロック付き誘導電磁器を示す正面図、第9図は従来の誘導電磁器のインダクタンスを示す特性図である。

11…変成器、12…コア、13、14、52…巻線、15…ギャップ、16…充填材、33…スイッチング素子、37…エネルギー放出回路、

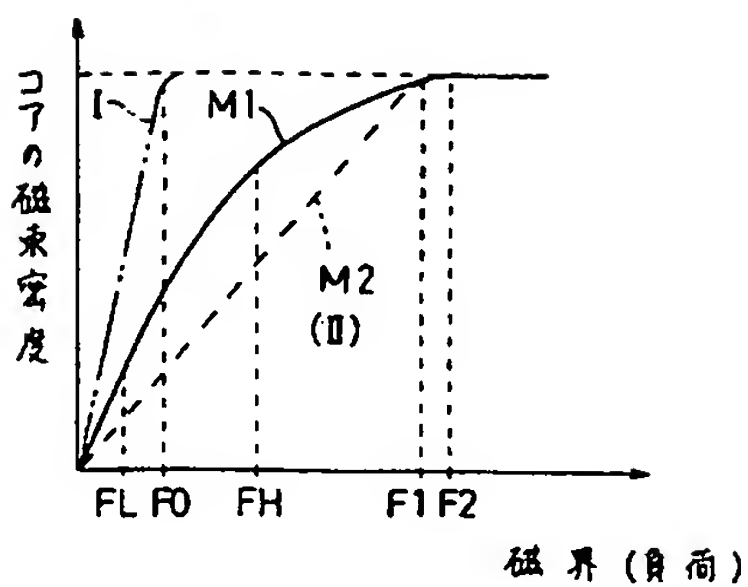
48…負荷、51…チョーク。

特許出願人 田淵電機株式会社

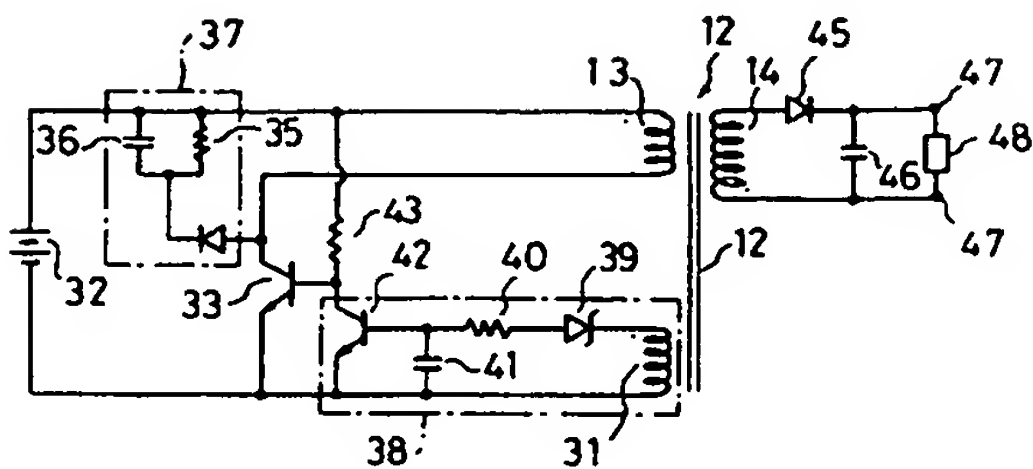
代理人 弁理士 杉本修司(外1名)



第 3 図

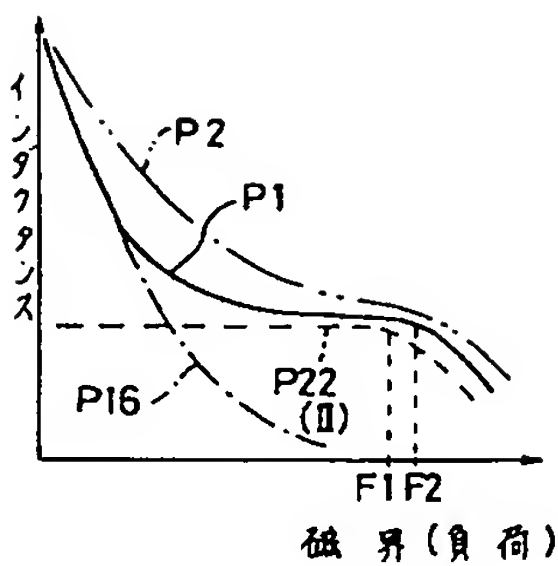


第 5 図

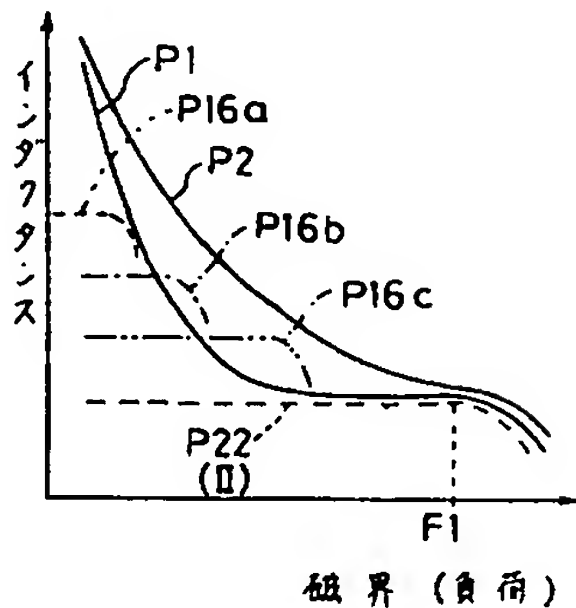


33 : スイッチング素子
48 : 負荷

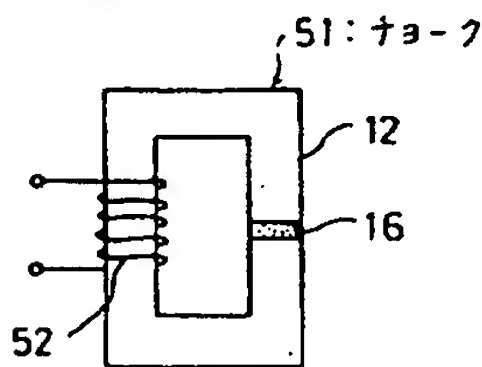
第 4a 図



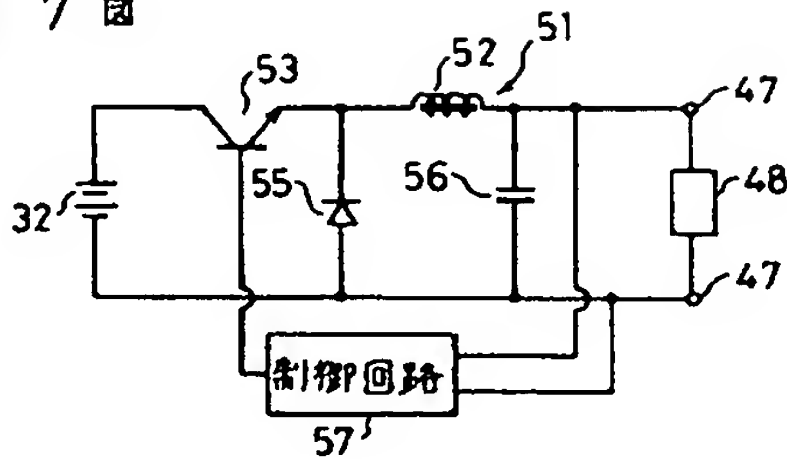
第 4b 図



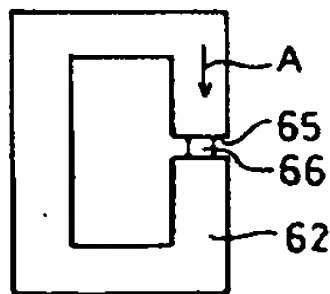
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第 9 図

